

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

06.07 – МР. 216 «С» . 2023.02.15. 18. ПЗ

МАХНОВЕЦЬ МАРІЯ ЮРІЇВНА

2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет захисту рослин, біотехнології та екології
УДК. 57.085.23

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Декан факультету Завідувач кафедри
захисту рослин, біотехнологій та екології екобіотехнологій та біорізноманіття
Колемієць Ю.В. Кваско О.Ю.
« » 2023 р. « » 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «Вивчення ефективності біотехнологій в системі хазяїн-паразит в умовах закритого ґрунту»

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

(код і назва)

Освітньо програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми
д. с.-г. наук, професор
(науковий ступінь та вчене звання)
Лісовий М.М.
(підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської роботи

д.с.-г.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Виконала

Лісовий М.М.

(підпис)

(ПІБ)

Махновець М.Ю.

(підпис)

(ПІБ студента)

КИЇВ - 2023

Национальний університет біоресурсів
і природокористування України
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

“ ” 2023р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
Махновець Марії Юріївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Вивчення ефективності біотехнології в системі хазяїн-паразит в умовах закритого ґрунту»

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 15.02.2023 р. №216 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 1 листопада 2023 р

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: препарат «Трихограма», співвідношення паразит-хазяїн, ефективність, закритий ґрунту.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Вивчити значення рослин-нектароносів для підживлення трихограми в природних умовах
2. Дослідити значення природної популяції трихограми на ранніх фазах формування плодів гороху
3. Дослідити раціональне співвідношення П:Х – 1:10, 1:15, 1:30 і 1:45
4. Вивчити біологічну ефективність ентомологічного препарату “Трихограма” в польових умовах (в закритому ґрунті).

Перелік графічного матеріалу: 19 таблиць, 10 рисунків

Дата видачі завдання 1 вересня 2022 року

Керівник магістерської роботи

д.с.-г.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Завдання прийняв до виконала

Лісовий М.М.

(підпис)

(ПІБ)

Махновець М.Ю.

(підпис)

(ПІБ студента)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Вивчення ефективності біотехнологій в системі хазяїн-паразит в умовах закритого ґрунту»: 65 сторінок, 10 рисунків, 19 таблиць, 34 використаних літературних джерел.

Об'єкт дослідження – взаємодія різних видів трихограми з зерноїдом гороховим і підбір оптимального співвідношення в системі хазяїн-паразит для біологічного захисту рослин.

Предмет дослідження – ентомологічний препарат “Трихограма”, трихограма, різні співвідношення в системі хазяїн-паразит.

Мета дипломної роботи дослідити ефективність ентомологічного препарату “Трихограма” в та визначити оптимальне співвідношення в системі хазяїн-паразит в умовах закритого ґрунту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні

завдання:

1. Вивчити технологічний процес виробництва ентомологічного препарату “Трихограма”.
2. Визначити ефективність застосування вуглеводного підживлення розчином меду в різних концентраціях трихограми п'яти видів роду *Trichogramma* Westw., за максимального наближення цього процесу до природних екосистем.
3. Вивчити значення рослин-нектароносів для підживлення трихограми в природних умовах.
4. Дослідити значення природної популяції трихограми на ранніх фазах формування плодів гороху.
5. Дослідити раціональне співвідношення П:Х – 1:10, 1:15, 1:30 і 1:45.
6. Вивчити можливість підвищення продуктивності лабораторної популяції трихограми та її рухливість (ентомологічний препарат “Трихограма”) шляхом пасажу через яйця основного хазяїна (*Bruchus pisorum* L.).

7. Вивчити біологічну ефективність ентомологічного препарату
“Трихограма” в польових умовах (в закритому ґрунті).
Методи дослідження – біотехнологічні, екологічні, біологічного
захисту рослин, аналітичні, статистичні.

Матеріали дипломної роботи можуть бути корисні під час проведення
наукових досліджень і в практичній діяльності біотехнологів, екологів та
біологічному захисті рослин.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ ВИДІВ РОДУ TRICHOGRAMMA НАЙПОШИРЕНІШИХ У СВІТІ	10
1.1 Систематика, морфологія та ареал поширення.....	10
1.2 Особливості біології та екології популяції трихограми.....	13
1.3 Практичне використання окремих видів ентомофага у захисті рослин від шкідників.....	17
1.4 Розселення та норми випуску трихограми.....	24
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ ЕНДОПАРАЗИТА ТРИХОГРАМИ	35
3.1 Гідротермічний режим.....	35
3.2 Вплив вуглеводневого підживлення імаго на життєздатність лабораторних культур трихограми.....	37
3.3 Режим діпаузування.....	41
РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ТРИХОГРАМИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ	45
РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЛАБОРАТОРНОГО РОЗВЕДЕННЯ ТРИХОГРАМИ (TRICHOGRAMMATIDAE) І ПРИДАТНІСТЬ ЇЇ ДО ВИПУСКІВ У АГРОЦЕНОЗИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЧИСЕЛЬНОСТІ ФІТОФАГІВ	53
Висновки до розділу:.....	59
ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ:	62

ВСТУП

Одним із найважливіших завдань сучасного сільського господарства України є збільшення виробництва високоякісного врожаю. Успішне його вирішення значною мірою залежить від захвату врожаю від шкідливих організмів.

У регулюванні чисельності комах-фітофагів в агроценозах хімічний метод займає провідну роль. Водночас прогрес хімічного захисту породив ряд проблем, пов'язаних з використанням пестицидів, а саме залишки метаболізму шкідливих речовин, що є надто небезпечним в ланцюзі: рослина

тварина, людина.

Сучасна біотехнологія дає можливість створювати нові біологічні препарати, які можуть контролювати чисельність шкідливої ентомофауни і не наносити шкоди оточуючому середовищу.

Актуальність теми:

При розробці комплексних систем заходів проти шкідників, хвороб та бур'янів зернових культур в основу слід покладати гармонійне поєднання всіх наявних методів захисту рослин: хімічних, механічних, фізичних, біологічних, селекційних, карантинних, насінницьких та агротехнічних.

Застосування ентомофагів досить часто значно ефективніше, особливо там, де інші способи неможливі або ускладнені (агроценози кукурудзи, соняшнику тощо).

При цьому дуже важливо те, що ентомофаги мають здатність активно шукати і знищувати свою жертву.

Для біологічного захисту рослин від лускокрилих фітофагів (гусениці метеликів) сільськогосподарських культур ефективним є ентомологічний препарат “Трихограма” [1], так звана діюча речовина якого є яйця зернової молі (*Sitotroga cerealella* Oliv.), що заражені видами роду *Trichogramma* (*T. pintoi* Voeg., *T. evanescens* West., *T. semblidis* Auriv., *T. dendrolimi* Mats. та ін.). Ентомофаг знаходиться в стадії передлялечки, лялечки або сформованого

імаго в яйцях зернової молі і зберігається в контрольованих температурних умовах від 2 до 4 °С і відносній вологості в інтервалі – 75 – 85 % до внесення його на рослини, які потрібно захищати [5,4]

У видів, що належать до роду трихограма, як і інших паразитів-комах, паразитичний спосіб життя здійснює тільки личинка [1,3].

Біологічна ефективність ентомологічного препарату “Трихограма” визначається співвідношеннями паразит:хазяїн (П:Х) та за паразитованими яйцями комах, які є об’єктом біологічної боротьби. Застосування препарату відбувається шляхом закладання стрічки з приклеєними яйцями трихограми між основним і бічним стеблом у середньому ярусі рослин[3]

В результаті досліджень відмічено ряд переваг ентомологічного препарату “Трихограма” – зараження фітофага на нешкідливій стадії – яйця, що є важливим при вирощуванні рослинницької продукції для дитячого та дієтичного харчування, також одержання екологічно чистого урожаю без залишків хімічних пестицидів.

Мета дипломної роботи – дослідити ефективність ентомологічного препарату “Трихограма” та визначити оптимальне співвідношення в системі хазяїн-паразит в умовах закритого ґрунту.

Об’єкт дослідження – взаємодія різних видів трихограми з зерноїдом гороховим і підбір оптимального співвідношення в системі хазяїн-паразит для біологічного захисту рослин.

Предмет дослідження – ентомологічний препарат “Трихограма”, трихограма, різні співвідношення в системі хазяїн-паразит.

Методи дослідження – біотехнологічні, екологічні, біологічного захисту рослин, аналітичні, статистичні.

Обсяг дипломної роботи – 64 сторінки, 10 рисунків, 19 таблиць, 32 використаних літературних джерел.

Матеріали дипломної роботи можуть бути корисні під час проведення наукових досліджень і в практичній діяльності біотехнологів, екологів та біологічному захисті рослин.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ ВИДІВ РОДУ *TRICHOGRAMMA* НАЙПОШИРЕНІШИХ У СВІТІ

1.1 Систематика, морфологія та ареал поширення

Незважаючи на те, що вивчають трихограму все понад 150 років, її систематику до останнього було недостатньо розроблено. Лише за останні 30 років завдяки дослідженням С. Нагаркати, Г. Нагарая, А. Сорокіної та інших, для визначення трихограми було запропоновано використовувати будову геніталіїв та вусиків самців. В результаті чого, було виявлено декілька нових видів, а також встановлено біологічні відмінності між деякими видами, зокрема їх спеціалізацію живлення [Юшубка! ~~Источник ссылки не найден~~, 10].

Загалом описано більше ніж 600 видів із 80 родів трихограми. А на території України зареєстровано лише 15 видів. Біологічна класифікація трихограми (без вказування видів) представлена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Загальна біологічна класифікація трихограми

Царство	Тварини (Animalia)
Тип	Членистоногі (Arthropoda)
Клас	Комахи (Insecta)
Ряд	Перетинчастокрилі (Hymenoptera)
Надродина	Хальциди (Chalcididae)
Родина	Трихограматиди (Trichogrammatidae)
Рід	<i>Трихограма (Trichogramma)</i>

Трихограма належить до ряду перетинчастокрилих комах. Комахи дрібні (0,3 – 0,6 мм), забарвлення тіла від блідо-жовтого до буро-чорного. Цей ряд характеризується такими ознаками: очі голі, вусики колінчасті

шестичленикові, у самців покриті довгими рідкими волосками і на вершині потовднені, зліті, тому здаються чотирьохчлениковими, закінчуються булавою з довгими волосками (рис. 1. 1.1).



Рис. 1. 1. Вусики грихограми (справа – самця; зліва – самки)

На вусиках самок виявлено дев'ять типів сенсил, кожна з яких виконує певні функції, зокрема пошук жертви. Крила виступають за кінець черевця, прозорі, крім верхньої третини; вкриті щетинками, розташованими у кілька рядів. Довжина передніх крил вдвічі більша за їх ширину. Жилкування крил редуковане: передні крила мають лише субкостальну та радіальну жилку. Черевце коротше разом узятих голови та грудей. Лапки тричленикові. Довжина тіла 0,4 – 0,9 мм. Поряд з крилатими формами зустрічаються коротко крилі та безкрилі форми.

Яйце грихограми прозоре і не має жовтка. У нього дві оболонки: зовнішня – хоріон – та внутрішня – жовткова. Остання не виконує трофічних функцій, через що зародок не отримує харчування від внутрішнього вмісту яйця господаря [Ошибка! Источник ссылки не найден., 31].

Личинка має три віки, линяє двічі. Личинкові шкірки скидаються неповністю, тому в личинок другого та третього стадії на задньому кінці

тїла зберігається личинкова шкїрка. Личинка першого вїку має добре помітні мандибули, вона активно харчується вмістом господаря яйця. Наприкінці другого віку порожнища тіла личинки заповнена жировим тїлом, а третєму віці до кінця розвитку середня кишка так роздувається від їжі, що личинка здається міхуровою. Оболонка яйця господаря починає поступово темніти, у міру розвитку личинки. До завершення живлення личинки й переходу у фазу пронімфи яйця господарів набувають характерного чорного кольору, найчастіше з синюватим відтінком. Це дозволяє легко відрізнити заражені трихограмою яйця від незаражених [Ошибка! Источник ссылки не найден, 3].

Залляльковується трихограма всередині яйця господаря. Дорослі особини, що народжуються з лялечок, прогризають отвір в оболонці яйця та виходять назовні. (Рис. 1.1.2)



Рис. 1.1.2 Залляльковування трихограми всередині яйця господаря [12]

1.2 Особливості біології та екології популяції трихограми

Найважливіші біологічні властивості зазначаються загальними всім видів і внутрішньовидових форм роду *Trichogramma*. Всі вони є паразитами яєць комах, багато з яких шкодять сільськогосподарським культурам та лісовим насадженням (близько 200 видів). Лише личинка веде паразитичний спосіб життя, імаго живе вільно. Личинка харчується змістом яєць господарів, усередині яких розвивається та знищує господаря ще у фазі яйця, що має важливе практичне значення [4, 15].

Як було зазначено вище, розвиток трихограми відбувається всередині яєць шкідників, усередину яких самка відкладає свої яйця, проколюючи оболонку яйця господаря. При зараженні самка знаходить яйце господаря, досліджує його придатність, обмацуючи вусиками, піднімається на нього, проколє яйцекладом оболонку та вводить усередину своє яйце (рис. 1.2.1.).



Рис. 1.2.1 Відкладання яєць самкою трихограми

(Джерело: Dr Victor Fursov)

Кількість яєць, що відкладаються в одне яйце господаря, залежить від його розміру. У яйці зернової молі або млинської волнівки самка відкладає

одне яйце, у яйця совки і плодожерок – два-чотири яйця, у яйця бузкового бражника – до 40 яєць. Яйця із щільною оболонкою, як, наприклад, у деяких шовкопрядів, трихограма не в змозі проколоти та заразити. Найбільше яєць відкладає самка у перший день життя.

Штучне стримування трихограм від яйцекладки протягом декількох днів викликає зниження її плодючості. Це дуже важливо і його необхідно враховувати під час використання трихограм [15, 22].

Народившись, личинка відразу починає харчуватися вмістом яйця господаря. З початку народження вона повністю забезпечена їжею. Вміст яйця господаря їй вистачає для повного розвитку. Але у разі перезараження яєць господарів через брак поживного матеріалу народжуються карликові, недорозвинені особини: самки зі зниженою плодючістю, коротко крилі або безкрилі самці. Дуже перезаражені яйця господаря зморщуються та засихають. В природі це явище іноді вдається спостерігати у кладках яєць капустяної совки. Трихограма нерідко робить укули яйця господаря, не відкладаючи своїх яєць. Такі яйця засихають та гинуть.

Самки народжуються вже готові до яйцекладки з основною кількістю зрілих яєць у яєчнику (провігенний тип розвитку). Крім них, у кожній трубці міститься також незначна кількість ооцитів (від двох до восьми у кожній трубці). Спарювання трихограми відбувається відразу після виходу з яєць господаря.

Плідність трихограми залежить від багатьох факторів, з яких можна виділити вплив навколишнього середовища (сухе повітря і висока температура пригнічують трихограму, а наявність краплино-рідкої вологи, навпаки, сприяє підвищенню плодючості та тривалості життя паразита), хімічний вміст і розмір яєць господаря, можливість харчування дорослої комахи (наявність квітучої рослинності, краплинної вологи), тощо. Так плодючість самок за схожих умов (вологість 70 – 80%, температура + 25°C), у середньому, становить під час розвитку в яйцях шавлевої совки 52,

зернової молі 31, біланів 19 яєць. Максимальна плодючість самок становить 80 яєць [1, 4, 6].

Розвиток трихограми від яйця до дорослої комахи проходить дуже швидко. Протягом одного покоління господаря – совок та плодожерок – основні види паразита дають по два покоління. Наприклад, тривалість розвитку деяких видів за постійної температури 30 °С становить 8 днів, при 28 °С – 9, при 25 °С – 11, при 22 °С – 14, при 20 °С – 16, при 18 °С – 21, при 16 °С – 27, при 13 °С – 40, при 11,5 °С – 53 дні. Нижній поріг розвитку трихограм становить близько 10 °С. За цієї температури личинки третього віку (передлялечки) впадають у діапаузу. Так трихограма зимує у природі в яйцях різних господарів. У період вегетації виживання передімагінальних фаз трихограми дуже висока. Виживання в широкому діапазоні температур від 15 до 30 °С і вологості від 30 до 80% лежить в межах 78 – 99%. Морози понад -20 °С та часті відлиги викликають загибель значної кількості зимуючого запасу трихограми.

За вегетаційний сезон на Півдні України розвивається дев'ять – десять поколінь паразита, у північно-західній зоні – шість – вісім поколінь.

Для всіх видів характерна кількісна перевага самок. У потомстві *T. embryophagum* самці, як правило, відсутні. У *T. euproctidis* за сприятливих умов спостерігається 64 – 89% самок, співвідношення статей становить 3-4:1. У міру наближення до депресивних умов кількість самок у деяких популяціях зменшується до 46 – 55% (співвідношення статей 1:1). У *T. sacosiae* – відповідно 4:1 та 2:1. Вочевидь, співвідношення статей регулюється впливом фізичних факторів. Також, велике значення має господар. Так, при зараженні трихограм великих за розміром яєць у потомстві народжується до 90% самок, а дрібних – до 60 – 70%.

Життєвий цикл трихограм не присвячений циклу розвитку певного господаря. Кількість у весняно-літній період незначна, і для успішного стримування розвитку шкідників потрібний випуск ентомофага.

розмноженого в лабораторних умовах. Варто зазначити, що паразит не здатний до активного розселення на значні відстані та обмежується короткими перельотами на 10 – 12 метрів [3, 5, 11].

Навколишнє середовище, у якому розвивається і живе трихограма, впливає на всі аспекти, пов'язані з життєдіяльністю трихограми. Великий

вплив на трихограму має температура. Так, за температури 12 – 13 °С трихограми малорухливі. З підвищенням температури до 17 – 18 °С активність самок зростає, і при 25 – 30 °С вони працюють вже в радіусі до 30

м. За більш високої температури трихограма ховається в тіні під листям

рослин. Можливість трихограми виживати у широкому діапазоні температур від 15 до 30 °С і вологості від 30 до 80% знаходиться у межах 78 – 99%.

Лише в деяких вологолюбних популяцій у депресивній вологості 30 – 35%

при температурі 30 °С виживає лише 40 – 50% особин. Відомо, що коли

процес зараження та розвиток личинок відбувається при постійних високих температурах, такі личинки не можуть витримувати значних знижень температури та зберігати життєздатність тривалий час. Тому, при штучному

розмноженні трихограми не можна зберігати яйця на холоді (2 – 4 °С) довше

двох місяців. Що стосується періоду спокою, то морози понад 20 °С і часті

відлиги викликають загибель значної кількості зимуючого запасу трихограми.

Вологість значно впливає на трихограму – від вологості повітря залежить плодючість самок, а наявність краплинної вологи забезпечує

тривалий період життя імаго, яке в природних умовах досягає 14 – 15 днів.

Живлення. У трихограмі лише личинка веде паразитичний спосіб життя (живлячись вмістом яєць господаря), імаго – живе вільно, споживаючи нектар квітучих рослин та краплі води (роса).

Трихограма, що розселяється, невеликими перельотами, а напрямок розселення часто залежить від напрямку вітру, тому поширення певної

популяції трихограми незначне. Трихограма пристосувалася до приземного способу життя, що пов'язано з місцями проживання господарів.

Трихограма класифікується в залежності від умов середовища, в якому живуть її господарі. Внаслідок чого відбувається вузьке пристосування окремих біологічних видів трихограми до певних стацій.

Трихограма має багато природних ворогів: хижі комахи (туруни, стафіліїди, павуки); кліщі, що активно її знищують. Слід також зазначити, що трихограма, як і інші комахи, хворіє на бактеріальні, вірусні та грибові захворювання, що необхідно враховувати при її розведенні та використанні.

Трихограма здатна відкладати яйця весь період вегетації. Але в природних умовах навесні, на початку літа, зараженість яєць трихограмою невелика, і завдяки винятковій швидкості розвитку в значній кількості з переважанням самок накопичується до кінця літа. Це і наштовхнуло на думку про доцільність штучного розведення трихограми та випуску їх у природні умови для того, щоб вони швидко розмножилися до періоду масової яйцекладки більшістю шкідників польових культур та багаторічних насаджень [10, 13, 15].

1.3 Практичне використання окремих видів ентомофага у захисті рослин від шкідників

На сьогоднішній день у світі описано близько 200 видів трихограми. Особливістю кожного виду є вибіркова здатність до зараження окремих видів комах. Відомі тварини трихограми належать до 5 рядів комах: Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Neuroptera. Проте, в Україні застосовують у системах захисту рослин ті види трихограми, які трофічно пов'язані з лускокрилими. Це пояснюється тим, що вони екологічно пластичні, розмножуються у широкому діапазоні температур і вологості.

Згідно з результатами польових досліджень, в агроценозах кукурудзи домінуючим видом трихограми в агроценозах України, що паразитує на яйцях стеблового метелика є *Trichogramma evanescens*. Цей вид становить

близько 95% всього різноманіття трихограми, отриманого з яйцекладок стеблових метелика (*Cstrinia nubilalis*).

Trichogramma evanescens найбільш широко застосовується у боротьбі з польовими шкідниками. Вона досить поширена і багатоїдна. У нашій країні її використовують для боротьби з совками, а саме з: совкою пшеничною (*Euxoa tritici* L.), совкою кореневкою (*Agrotis vestigialis* Rott.) і совкою бавовняною (*Helioverpa armigera*) та стебловим метеликом (*Cstrinia nubilalis*). Забарвлення тіла варіює від світло-бурого до чорного кольору. (рис. 1.3.1)

Яйцеклад дорівнює третині довжини грудей і черевця, разом узятих. Рідко трапляється у лісових насадженнях, але поширена як у посушливих, так і у вологих районах. Тривалість розвитку її дещо більша, ніж у інших видів трихограми. Плодючість при розмноженні в яйцях зернової молі коливається від 20 до 40 яєць. Кількість самок втричі більша, ніж самців [16, 17].



Рис. 1.3.1 *Trichogramma evanescens* [12]

Trichogramma evanescens представлена великою кількістю географічних форм, що не схрещуються між собою. Встановлено, що особи, які жили в одній географічній зоні, але віддалено на 200 – 300 кілометрів, не схрещуються. Однак, після чотири-шестимісячного перебування в однакових

умовах спостерігається їхнє спарювання. Більшість форм бурої трихограми неохоче заражають яйця капустяних біланів.

Trichogramma evanescens розселяється, як правило, пішим способом, але при температурі 25 - 30°C часто злітає. Напрямок розселення трихограми значною мірою визначається напрямом вітру. Швидкість розселення також може бути значною. У польових умовах через три години трихограма зустрічається на відстані до 9 м від місця випуску. Її ефективність буває досить помітною в радіусі до 30 м. Як правило, піше розселення трихограми проходить повільно, у зв'язку з чим утворюються її вогнища, де ефективність трихограми висока. Найшвидше поширюється трихограма при пасивних перельотах.

Trichogramma evanescens зустрічається, як правило, на конюшині, кукурудзі, цукровому буряку, капусті і т.д. Основними її живителями є озима та капустяна совки. Проте може розмножуватися і на інших видах комах: на совках гороховій, городній, гаммі, бавовниковій, конюшиневій, люцерновій; на метеликах кукурудзяному, лучному, на біланах капустяному, реп'яховому, брукв'яному; на капустяній молі, гороховій плодожерці. Оптимальними умовами для розвитку та життєдіяльності бурої

трихограми є температура від 17 до 30°C та вологість від 55 до 95%. Яйцеїди особливо активні у сонячну погоду, проте, вони уникають прямого сонячного проміння. Вранці вони зазвичай зосереджуються на верхньому, найбільш освітленому боці листа, а в середині дня у зв'язку з підвищенням температури переходять на нижню сторону. При температурі 35 – 36 °C ховаються в тіні.

У *Trichogramma euproctidis* (або паліди) самки однокольорові, лимонно-жовті, самці сіруваті. (рис. 1.3.2) Яйцеклад довший, ніж в інших видів. Мешканцями бувають: листокрутки (*Archips*), хвилівки (*Limantriinae*), кильчастий (*Malacosoma neustria*) та сосновий шовкопряди (*Dendrolimus pini*), соснова совка (*Panolis flammea*) та ін. [21, 30]



Рис. 1.3.2 *Trichogramma euproctidis* [12]

(джерело: Університет Монреаля - Департамент біологічних наук)

Вид екологічно пристосований до життя у деревних багаторічних насадженнях. На відміну від *Trichogramma evanescens*, яка, сягає у кроні плодових дерев, зосереджується у центральній її частині, жовта трихограма заселяє крону рівномірно. Це тиловий вологолюбний вигляд, тому найбільш поширений на Поліссі та в Лісостепу, а в степовій зоні зустрічається лише у змішаних насадженнях, розташованих у знижених місцях (балки, ділянки поблизу річок). Плідність вища, ніж в інших видів трихограми (30 – 47 яєць). Співвідношення самок та самців 4:1.

Важливою особливістю *Trichogramma euproctidis* є її здатність до активного перельоту. Дослідження показали, що при випуску трихограми на дерева одного ряду вона відразу ж перелітає на дерева суміжних рядів, а через місяць після випуску поступово заселяє дерева в зоні 50 метрів. При температурі 25 °С і пониженні відносної вологості повітря до 40%, і навіть при температурі 20 °С і вологості не більше 40 – 75% розвиток жовтої трихограми затримується. Плідність самок при температурі 20 °С дещо зменшується в порівнянні з її плодючістю при температурі 25 °С, особливо при вологості 40%, і при температурі, що змінюється, коли вдень вона

становить 25 °С, а вночі знижується до 20 °С, плодючість самок підвищується і буває вищим, ніж при постійних температурах.

Високий відсоток самок у популяціях буває в умовах, коли трихограма розвивається при температурі 25 °С і відносній вологості 75%. При температурі 20 °С кількість самок в популяціях зменшується, і особливо різко при вологості повітря 40%. Кількість самок у популяціях при температурі 20 °С зменшується й у тому випадку, коли паразит розвивається при змінних температурах [22, 30].

Негативною рисою *Trichogramma euproctidis* є те, що значна кількість самок не заражає яйця ситотроги. При вологості 75% яйця ситотроги заражали 70% самок, а за вологості 40% – не більше 30%.

Досвід масового розмноження *Trichogramma euproctidis* в лабораторних умовах свідчить, що зараження яєць ситотроги у віваріях зазвичай коливається в межах 50 – 60% і лише іноді досягає 70 – 75%. Збільшенням кількості трихограм у віваріях не вдається підвищити відсоток зараження яєць.

Іншим серйозним недоліком жовтої трихограми є те, що при розмноженні її в яйцях ситотроги тривале зберігання яєць на холоді призводить до різкого зниження виходу трихограми. Можливий термін зберігання заражених яєць ситотроги не перевищує 1 – 1,5 місяці. При тривалому зберіганні різко знижується відсоток відродження яйцеїдів і зменшується плодючість самок. Це виключає можливість масового нагромадження *Trichogramma euproctidis*.

У зв'язку з цим використання *Trichogramma euproctidis* в садах ґрунтується на подовженні періоду випуску яйцеїдів. Досвід показав, що трихограму в садах можна випускати протягом усього періоду яйцекладки першого покоління плодожерки.

Забарвлення *Trichogramma embryophagum* (Hartig, 1838) жовто-бурого кольору. В основі черевця є темна поперечина смужка. Яйцеклад довжиною в

третину довжини грудей і черевця, разом узятих. Самців нема. Забарвлення тіла особин, відроджених з личинок, що перезимували, темно-коричнєве, а літніх форм – блідо-жовте. (Рис. 1.3.3)



Рис. 1.3.3. *Trichogramma embryophagum* (Hartig, 1838)

Trichogramma embryophagum заражає яйця таких видів комах: листовійок, совок, шовкопрядів, парусників, біланів, золотогозу, вогнівок. У садах найчастіше паразитує на яблуневій плодожерці. Тривалість життя яйцедів за сприятливих умов становить 17 – 19 днів. Родючість самок в умовах підвищеної вологості (75%) низька (6 – 12 яєць), а зі зниженням вологості зростає: при вологості 53% вона становить 16 – 19 яєць. Таким чином, цей вид порівняно посухостійкий і має перевагу перед іншими видами для використання проти яблуневої плодожерки більш посушливих районах.

Плідність *Trichogramma embryophagum* при розмноженні її на різних комах неоднакова. При розмноженні в яйцях совок трихоррама відкладає 50 яєць, а при розмноженні в яйцях зернової молі – не більше ніж 20.

Імаго *Trichogramma pintoi* має чорно-жовте забарвлення, яскраві червоні очі та досягають 0,3 – 0,4 мм у довжину. (рис. 1.3.4) *Trichogramma pintoi* відкладає свої яйця в яйця широкого спектру видів пуснокрилих, серед

якого томатна совка, картопляна совка, стебловий метелик, капустяна совка, озима совка, яблунева плодожерка та інші. Улюбленою жертвою трихограми цього виду є лучний метелик (*Loxostege sticticalis*). Таким чином, оса знищує шкідника вже на стадії яйця. Самка може відкласти одне або кілька яєць в одне яйце господаря, при цьому вона вприскує спеціальну речовину, що блокує розвиток лускокрилого ембріона. Весь розвиток оси відбувається всередині яйця господаря, вмістом якого й живиться личинка [14, 18].



Рис. 1.34 *Trichogramma pintoi* [12]

Дорослі особини *Trichogramma pintoi* харчуються нектаром. Одна самка може заразити від 20 до 40 яєць шкідників, причому кількість самок у популяції може досягати 90%. За хорошої температури 25 – 30°C одне покоління розвивається за 10 – 13 діб. Вагомою перевагою застосування *Trichogramma pintoi* є низька видова специфічність оси та високі результати контролю шкідника при профілактичному використанні.

Особливий інтерес має механізм пошукових здібностей ентомофага.

Trichogramma pintoi використовує для пошуку яєць своїх господарів бензилціанід, ще виконує у деяких лускокрилих роль антиафродизіаку: ця сигнальна речовина робить запліднену самку менш привабливою для самця.

ніж незапліднена. Помітивши під час парування самку бензилціанідом, самець тим самим збільшує шанси свого нащадка на виживання – вона з меншою ймовірністю буде запліднена іншим самцем. Самка ентомофага, виявивши запліднену капустянку за запахом бензилціаніду, сідає на неї і летить верхи на ній до місця, де та відкладає яйця, і в свою чергу відкладає яйця у свіжовідкладені яйця метелика [26].

1.4 Розселення та норми випуску трихограми

Трихограма випускається вручну або за допомогою дельтаплану та літака в агроценозі в період яйцекладки певних видів шкідників.

Розселяти трихограму бажано на стадії імаго або за 5–10 год до її відродження (при механізованому застосуванні), щоб запобігти втраті біоматеріалу, оскільки добуве перебування яєць ситотроги (лабораторний господар ентомофага), заражених трихограмою, на землі та листках рослин призводить до 15–30%-вого знищення їх природними хижаками – турунами, стафілідами, павуками, кліщами. Якщо трихограму готують для розселення вручну, тоді за добу до початку літа яйця ситотроги розфасовують у скляні банки з розрахунку 100000 особин на 1 л ємності, кладуть туди по 200 шматочків м'якого фільтрувального паперу і закривають бяззю або дрібнодірчастою капроною сіткою. Зберігають їх за нормальної температури 27...30 °C і яскравому освітленні до початку масового льоту. Трихограм, що вилетіли, підгодовують 20%-вим цукровим або медовим сиропом протягом 5 – 10 год. Таке підживлення сприяє підвищенню пошукової здатності паразита та збільшенню плодючості самок на 20 – 30%. Доросла трихограма в природі може харчуватися соком рослин та нектаром квіток, що теж сприяє її життєздатності [Ошибка! Источник ссылки не найден., 1].

Технологічна схема при ручному розселенні передбачає розкладання ентомофага в 100 – 200 точок/га. При механізованому способі з використанням малої авіації важливо виконувати цю роботу в безвітряну

погоду, щоб запобігти знесенню біоматеріалу повітряними потоками.

Розселяють трихограму зранку (з 5 до 10) або ввечері (з 18 до 22) години.

Важливим моментом успішного застосування трихограми – випуск її в агроценозі якомога раніше, навіть на тих ділянках, де шкідники не становлять особливої небезпеки і де трихограма може накопичуватися в достатній кількості. До того ж, паразити, що розмножилися в природі, більш активні.

Особливо це стосується бавовняної совки, перше покоління якої розвивається на бур'янах і залишається непоміченою фахівцями, що забезпечує шкідникові хороші стартові можливості для наповнення в агроценозах. І ще один важливий момент: метелики совки дуже плідні та здатні долати значні відстані, тому боротьба з ними має бути масштабною: в межах районів та областей.

Визначаючи норми випуску, слід враховувати спосіб відкладання яєць шкідника (одиночий або груповий) та дотримуватися співвідношення кількості паразит/господар 1:5 або 1:10. Є необхідність коригування норм та кратності випусків паразиту у дощову та вітряну погоду, а також у разі слабкої активності трихограми під час похолодання. У посушливих районах, де стабільно утримуються високі температури та низька відносна вологість повітря, також слід передбачити додаткові випускання паразита.

Дещо змінені погодно-кліматичні умови та складності проведення точних обліків вимагають коригування термінів, кратності та норм випуску ентомофага. Така потреба обумовлена тим, що з певним підвищенням температури в літні місяці та зниженням відносної вологості повітря хоріон у яйці шкідника швидше ущільнюється, що знижує ефективність паразитування ентомофага. Тому доцільно змінити схему застосування трихограми та випускати її тричі: на початку відкладення яєць та двічі через п'ять днів із нормою випуску – 35 – 50 тис. особин/га, а з урахуванням

щільності яєць встановити норму випуску паразита 1:5 (паразит: господар)
[19, 26, 29].

Таблиця 1.4

Норми випуску трихограми

Культура під яку вноситься трихограма	Шкідники	Норми випуску, тис. особин на 1 га
Кукурудза	Кукурудзяний та лучний метелик, підгризаючі совки	150-200
Пшениця	Озима совка	150-200
Соняшник	Підгризаючі совки, тля	150-200
Горіх	Горохова плодожерка, совки	150-200
Капуста, перець, помідори, баклажани	Листогризучі та підгризаючі совки, білани	200-250
Цукровий та кормовий буряк	Совки, бурякові мінуючі мухи, лучний метелик	150-200
Флодовий сад	Плодожерки, інші листокрутки	150-200
Багаторічні трави	Озима совка	150-200
Баштан	Попелиця	200-250

РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ

ДОСЛІДЖЕНЬ

Комплекс лабораторних досліджень проводився протягом 2022 – 2023 рр. на кафедрі екобіотехнології та біорізноманіття Національного університету біоресурсів та природокористування України, у підрозділі Української лабораторії якості та безпеки продукції АПК.

Лабораторні випробування проводилися відповідно до загальноприйнятих методик у галузі ентомології, біотехнології та захисту рослин. Зокрема, культуру – засновницю ендопаразита формували шляхом збирання паразитованих яєць совок та листовійок із незайманих екосистем Київської області. Для цього використовувалися спеціальні пристрої та конструкції.

Протягом тривалого терміну в Українській лабораторії якості та безпеки продукції АПК (НУБіП України) підтримувалась лабораторна культура трихограми, яку вирощували за відомими технологіями. Весь процес проводився за оптимальним гідротермічним режимом.

Технологічний процес виробництва ентомологічного препарату “Трихограма” є одним з найбільш складних виробництв промислової ентомології. Для виробництва препарату “Трихограма” використовується її господар при розведенні – зернова міль (*Sitotroga cerealella* Oliv.) і для пасажування капустяна совка (*Mamestra brassicae* L.). На території України відомо 10 видів трихограми. У ентомологічних лабораторіях НУБіП України і ІТІ «Біотехніка» наявні 5 видів трихограми: пінтої (*T. pintoi*), еванесценс (*T. evanescens*), семблідіс (*T. semblidis*), каледія (*T. cacoeciae*) – жовта трихограма, дендролімі (*T. dendrolimi*). Перші три види зустрічаються переважно на овочевих культурах, а останні на деревних насадженнях.

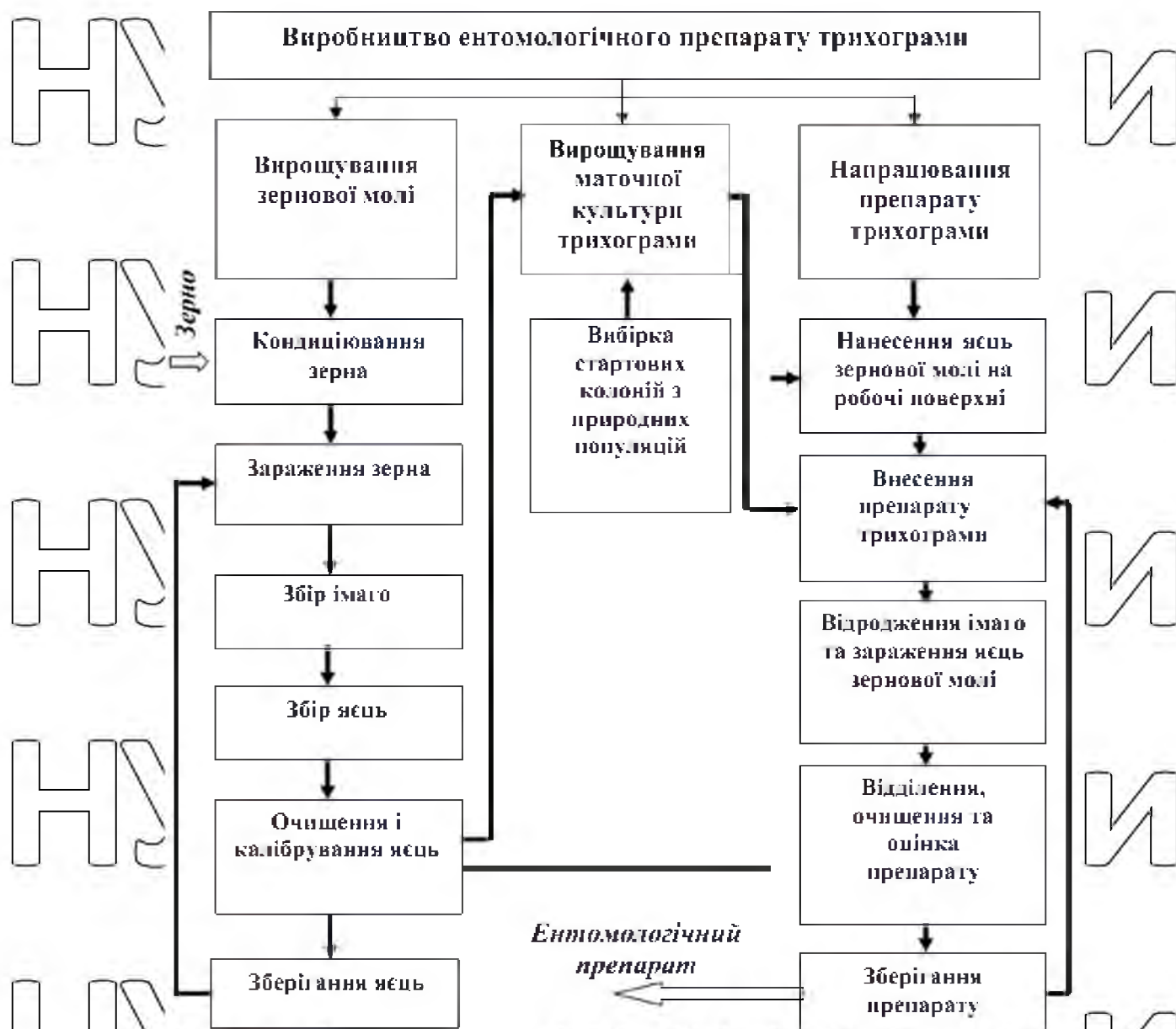


Рис 2.1 Технологічна схема виробництва ентомологічного препарату “Трихограма” [17]

Зміст технологічного процесу вирощування *Sitotroga cegealella* полягає у створенні умов інкубації яєць *S. cegealella* до виходу гусениць та инокуляції їх у зерно, створенні умов розвитку гусени у зерні до заляльковування, збору та утримання метеликів, збору яєць, з наступною їх обробкою та накопиченням у сховищі.

Процес складається з окремих стадій, послідовність та термін часу виконання яких синхронізовані з розвитком *S. cegealella* та відповідним за

безпеченням кліматичних умов. Термін, за який здійснюється весь зміст процесу, є циклом технологічного процесу, і складає від 42 до 50 діб.

Характеристика кінцевого продукту. Кінцевою продукцією технологічного процесу є яйця зернової молі (*Sitotroga cerealella* Oliv). Колір жовтий з матовим відтінком. Розмір яєць коливається від 0.3 мм до 0.6 мм вздовж і від 0.2 мм до 0.35 мм поперек. Насипний об'єм 1 г свіжозібраних яєць складає $1,9 \pm 0,1$ мл. В 1 г не більше 50 тис. шт.

Першим етапом є кондиціювання зерна:

Таблиця 2.1

Умови кондиціювання зерна

Тип оброблення	термо-вологе
Температура води, в яку занурюють зерно	95 °С
Експозиція оброблення	90–120 с.
Загальна тривалість робіт	8 год.

Наступним етапом є зараження зерна *S. cerealella*, що відбувається за наступних умов:

Таблиця 2.2

Необхідні умови для зараження зерна *S. Cerealella*

Температура повітря	26±1 °С
Вологість повітря	85–90 %
Вологість зерна	16–17 %
Відродження гусениць <i>S. cerealella</i> з яєць	81%
Витрати яєць <i>S. cerealella</i> на 1 кг зерна	1 г (50 тис. шт.)
Термін інкуляції гусениць <i>S. cerealella</i> у зерно	3–4 доби
Фотоперіод	0:24
Тривалість циклу	до 60 діб

Третім етапом є вирощування *S. cerealella*. За особливостями біологічного розвитку *S. cerealella* формується головна направленість

технологічного процесу її масового розведення. На всіх стадіях технологічного процесу необхідно створювати умови утримання максимально-однакові для усієї маси зерна, яка на даний час знаходиться у виробництві – забезпечення температури і вологості повітря, вентиляції та освітлення приміщень. Дотримання цих вимог призводить до мінімуму розбігу розвитку комах у часі від біотичних та абіотичних факторів, з яких щільність утримання фітофага та забезпечення параметрів вологості повітря – найбільш вагомими.

Вирощування *S. segetella* відбувається в зернових касетах на стелажах зараження СЗ – 70.

Умови вирощування *S. segetella*

Температура повітря перших чотирьох діб з початку інокуляції	25±1 °С
Температура повітря наступних діб	24±1 °С
Вологість повітря	75–85%
Фотоперіод перших чотирьох діб	0:24
Фотоперіод наступних діб	1,6:8
Зараження зерна	87%
Витрати води на зволоження зерна в 1 касеті (через кожні 1–2 доби)	0,2–0,3 л
Тривалість вирощування <i>S. segetella</i> в касетах на стелажах	до 30 діб

З появою метеликів *S. segetella* і при наявності лялечок в зерні 40–60% касети закриваються кришками, транспортуються на стелажах зараження СЗ – 70 для завантаження у бокси БС – 140, у гніздо конфузора боксу встановлюється приймальний сажок. Саме тоді відбувається збір імаго *S. segetella* – четвертий етап, який відбувається за наведених нижче умов:

Таблиця 2.4

Умови для збору імаго *S. cegealella*

Температура повітря	23 ± 1 °С
Вологість повітря	75–80 %
Кількість особин, що розвиваються в одному боксі	2679,6 тис. шт.
Тривалість збору імаго <i>S. cegealella</i> з боксів	до 30 діб

П'ятим етапом є збір яєць. Імаго *S. cegealella* утримується в сажках для утримання імаго (щільність утримання до 20 тис. особин в кожному), які розташовані на полицях стелажу для сажків СС-2 (до 60 сажків для утримання імаго одночасно). Збір яєць відбувається у шафі-витяжній виробничій:

- тривалість утримання імаго *S. cegealella* у сажках – 4 доби;
- тривалість збору яєць *S. cegealella* з одного сажка – до 2 хв.

Очищення і калібрування яєць *S. cegealella* є наступним, шостим і дуже важливим етапом в технологічній схемі виробництва ентомологічного препарату “Трихограма”. Очищення яєць *S. cegealella* від крупних домішок (зламани крила, вусики та лапки) та пилу здійснюється за допомогою калібратора яєць зернової молі КЯ-1. Параметри каліброваних яєць *S. cegealella* наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Параметри каліброваних яєць *S. cegealella*

Фракція яєць	Частка від загальної маси	Розміри яєць, мм	
		Довжина	Ширина
Перша	0,1864	>0,639 окремі яйця та конгломерати	>0,25 окремі яйця та конгломерати
Друга	0,656	0,569–0,639	0,243–0,25
Третя	0,1576	<0,569	<0,243
Сміття	0,079		

Сьомий етап зберігання яєць *S. cegealella*, що здійснюється у термостаті ентомологічному:

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 2.6

Умови зберігання яєць *S. cegealella* в ентомологічному термостаті

Температура зберігання	3 ± 1 °С
Термін зберігання яєць <i>S. cegealella</i> для подальшого відтворення	до 10 діб
Термін зберігання яєць <i>S. cegealella</i> для вирощування трихограми	до 20 діб

Кінцевим продуктом виробництва є яйця зернової молі (*Sitotroga cegealella* Oliv.), паразитовані трихограмою (*Trichogramma pintoi* Voeg.), в яких ентомофаг знаходиться в стадії передлялечки, лялечки або сформованого імаго.

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 2.7

Характеристика яєць зернової молі

Зовнішній вигляд і колір	Однорідна сипуча маса яєць чорного кольору, часто синюватим відтінком
Кількість паразитованих яєць в 1 г.	не менше 80 тис. шт.
Кількість паразитованих яєць	не менше 80%
Відродження	не менше 85%
Кількість деформованих особин	не більше 5%
Кількість самок	не менше 50%
Плодючість	не менше 20 яєць/самку
Пошукова здатність	не менше 0,4

Дев'ятим етапом є нанесення яєць *S. cegealella* на пластини віварія або мультіплікатора. Нанесення яєць *S. cegealella* на пластини відбувається за допомогою пристрою для розподілу яєць зернової молі. Важливим є те що,

НУБІП УКРАЇНИ

температура охолодження пластин має бути до 3 °С, а тривалість їх охолодження становить 20 хв. В середньому щільність яєць на пластині дорівнює 583 яєць/см², а рівномірність нанесення яєць *S. Cerealella* на пластини 80%.

Далі відбувається підготування мультиплікатора до роботи. У пенал мультиплікатора МПН-1 або МПН-2 засипають яйця *S. cerealella* паразитовані трихограмою (*Trichogramma pintoi*) до відродження імаго ентомофага за наступних умов:

Таблиця 2.8

Умови для відродження імаго ентомофага

Температура повітря під час відродження <i>T. pintoi</i>	25 ± 1 °С
Відносна вологість повітря	75–80%
Фотоперіод	16:8
Тривалість відродження	2–3 доби
Відродження <i>T. pintoi</i>	84,4 ± 5,2 %
Маса <i>T. pintoi</i> у пеналі	до 15 г
Кількість особин <i>T. pintoi</i> у пеналі	До 1,2 млн. шт

Одинадцятим етапом є процес мультиплікації. У пенал мультиплікатора МПН-1 або МПН-2 засипають яйця *S. cerealella* паразитовані трихограмою (*Trichogramma pintoi*) до відродження імаго ентомофага:

Таблиця 2.9

Умови необхідні для відродження імаго ентомофага

Температура повітря під час паразитування яєць <i>S. cerealella</i> трихограмою (<i>T. pintoi</i>)	25 ± 1 °С
Відносна вологість повітря	75–80 %
Фотоперіод	16:8
Співвідношення паразит:живитель	1:10
Експозиція	3 доби

Продовження таблиці 2.9

Зараження яєць *S. cecaelella* *T. pintoi*

79,67% (в МТП-2),

84,34% (в МТП-1)

Коефіцієнт мультиплікації *T. pintoi*

4,46 (в МТП-2),

4,83 (в МТП-1)

Кількість особин *T. pintoi* у мультиплікаторі
після зараження

3,2–3,8 млн. шт

І останнім етапом є зберігання яєць *S. cecaelella*, що здійснюється у термостаті ентомологічному при температурі 3 ± 1 °С не більше 20 діб. Маса трихограмованих яєць, що одночасно зберігається до 2,5 кг. І як вже показали дослідження, відродження *T. pintoi* після зберігання становить не менше 75%.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ ЕНДОПАРАЗИТА ТРИХОГРАМИ

3.1 Гідротермічний режим

Отримання яйцепаразита з показниками якості, близькими до характеристик природних комах, можливе створення змінних режимів розведення. Досвід роботи багатьох біофабрик та біолабораторій показав, що розведення трихограми при постійних значеннях температури та вологості значно знижує її якість, звужує екологічну пластичність. Після випуску в природу вона навіть за незначних перепадів температур має знижену рухливість, пошукову здатність і тривалість життя. Загалом ефективність випуску такої трихограми недостатня. У посушливий літній період вона накопичується в луговинах, місцях загущеної рослинності і взагалі там, де більша вологість повітря.

Для усунення зазначених недоліків розмножувати трихограму слід за змінних температур і вологості. У камерах віварію, де розводять трихограму, підтримують температуру вдень $25 - 29^{\circ}\text{C}$ (протягом 16 - 18 годин) та $14 - 16^{\circ}\text{C}$ вночі (6 - 8 годин). У літній період за середньодобової температури повітря понад $17 - 18^{\circ}\text{C}$ трихограму можна розводити в природних умовах. В такому випадку віварій розміщують в інсектаріях чи інших відкритих приміщеннях. [7, 20]

Перепади значень відносної вологості повітря вдень та вночі при розведенні не повинні виходити за межі відповідно 75 та 90%. Важливо також, щоб інтенсивність освітлення якнайбільше відповідала природній. Для підтримки температури, вологості та освітлення у заданій програмі використовуються системи автоматичного керування. Так, у політермостаті у період розвитку трихограми можна змінювати температуру в діапазоні від $+8$ до $+30^{\circ}\text{C}$, а відносну вологість повітря в межах 60 - 85 %.

Одним із прийомів, що підвищує життєздатність трихограми, є схрещування особин, відібраних із різних популяцій. На практиці для цього у

разі накопичення маточної культури яйце паразита обмінюють діапаузний біоматеріал між різними біолабораторіями, розташованими з відривом 100 – 150 км. При цьому використовують 3 – 4 партії по 5 – 10 г діапаузної трихограми з різних районів одночасно виводять з діапаузи після тримісячного зберігання і проводять групове схрещування, після чого, визначивши вид трихограми, використовують її для масового розведення.

Дослідженнями доведено, що таке схрещування забезпечує ефект популяційного гетерозису, що виявляється у наступних поколіннях. Цей прийом із підвищенням плодючості самок трихограми збільшує їх популяції до 80% [16].

Провівши дослідження у Лісостепу України, я змогла визначити оптимальні температури та вологість для лабораторного розведення трихограми за видами.

Таблиця 3.1

**Біологічні показники видів роду Трихограма,
Лісостеп Київської області**

Вид	Температура, °С	Вологість повітря, %	Плідність на зерновій молі, яєць/самицю	Співвідношення ♀ : ♂
<i>T. pirtoii</i>	15	75 – 80	20,4	1 : 2,3
	20	75 – 80	35,2	1 : 3,2
	25	75 – 80	39,0	1 : 2,4
	30	75 – 80	20,1	1 : 1,9
<i>T. evanescens</i>	15	75 – 80	7,7	1 : 4,7
	20	75 – 80	14,0	1 : 4,8
	25	75 – 80	24,9	1 : 3,2
	30	75 – 80	16,1	1 : 3,7

Продовження таблиці 3.1

<i>T. semblidis</i>	15	75 – 80	11,9	1 : 1,8
	20	75 – 80	16,8	1 : 3,8
	25	75 – 80	16,03	1 : 3,5
	30	75 – 80	13,0	1 : 3,7

3.2 Вплив вуглеводного підживлення імаго на життєздатність лабораторних культур трихограми

Відомо, що у природних умовах імаго трихограми перед яйцекладкою харчується нектаром квітучих рослин та росю. Численні дослідження показали, що нектароноси грають важливу роль біоценозі. Зокрема, вони беруть участь у залученні як фітофагів, а й паразитичних і хижких комах. У свою чергу, після споживання ентомофагами так званих вуглеводів, призводить до збільшення тривалості життя, плодючості та ефективності у подальшій їх діяльності [Ошибка! Источник ссылки не найден., 8, 24, 28]. Показано, що підживлення самок трихограми нектаром квітів у полі збільшує тривалість їх життя до 10 діб, а плодючість у 4,2 рази [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Інтегральною характеристикою ефективності трихограми у біотехнологічному процесі її масового розведення та застосування в агроценозах є плодючість, що визначає регулювання чисельності комах.

Однак цей показник може змінюватися в їх популяції залежно від різних факторів, серед яких важливе значення має збалансоване харчування.

Дію вуглеводного підживлення трихограми на плодючість самок видів *T. evanescens*, *T. pintoi* та *T. embryophagum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae), вирощених на яйцях зернової молі, досліджували за декількома факторами. Зокрема, визначали такі показники: плодючість, тривалість життя самок, міграційно-пошукова здатність, а також у результаті визначали коефіцієнт детермінації. Вивчення впливу вуглеводного

підживлення з метою збільшення показників життєздатності та доцільності трихограми проводилося на 3-х видах. Велику увагу приділяли дослідженням фактичної плодючості трихограми.

Доведено, що вуглеводне підживлення 20%-вим розчином меду подовжує тривалість життя самок. При цьому яйцекладку починає більше особин, ніж у контролі. Відзначено, що тривалість життя самок впливає на їх плодючість внаслідок того, що після виходу самок трихограми з лялечок у них дозріває додаткова чисельність ооцитів [27].

Сьогодні наукові експерименти вчених Л.П. Зільберга, Е.М. Менчера, А.Ф. Руснака, Н.Н. Балашової з дослідження найоптимальнішої концентрації медового розчину та сиропу для збільшення плодючості імаго трихограми не надають повного розуміння про це питання. [13] В експериментах використовували штучне живильне середовище *Sitotroga cerealella* Oliv., кращі показники плодючості спостерігалися за підгодовування яйцеїду 20%-вим медовим розчином. З такою концентрацією виявилася найбільш ефективна плодючість імаго видів трихограми. При згодовуванні 25%-вим медовим розчином навпаки, плодючість самок паразита зменшувалася (табл.

3.2.1).

Таблиця 3.2.1

Вплив додаткового живлення на життєздатність лабораторних культур трихограми (лабораторний дослід, 2022 – 2023 рр.)

Харчовий раціон	Параметри життєздатності			
	Тривалість життя самиць, діб	Плодючість, яєць /самицю	Міграційно-пошукова здатність, %	Коефіцієнт детермінації
<i>Trichogramma evanescens</i>				
Вода	4,4±1,2	23,2±2,6	55,3	0,73
15 %-вий розчин меду	7,3±2,1	27,3±3,3	61,9	0,75
20 %-вий розчин меду	10,2±2,2	33,6±3,8	71,2	0,87
25 %-вий розчин	8,2±3,1	30,2±2,4	63,9	0,81

меду				
Контроль (без додаткового живлення.)	3,1±1,8	20,1±1,9	43,1	0,71
<i>Trichogramma pintoi</i>				
Вода	4,8±1,6	25,6±2,2	51,6	0,79
15 %-вий розчин меду	8,2±2,5	30,2±2,7	60,8	0,82
20 %-вий розчин меду	9,6±2,3	37,3±1,6	69,7	0,91
25 %-вий розчин меду	7,4±2,1	35,4±3,5	65,8	0,88
Контроль (без додаткового живлення.)	2,8±1,4	22,2±3,3	43,2	0,73
<i>Trichogramma embryophagum</i>				
Вода	3,6±1,1	22,7±4,5	53,7	0,72
15 %-вий розчин меду	7,8±1,8	28,7±2,1	68,5	0,76
20 %-вий розчин меду	8,3±2,8	32,3±2,9	72,1	0,81
25 %-вий розчин меду	6,4±3,2	30,3±2,7	67,1	0,78
Контроль (без додаткового живлення.)	3,1±2,4	21,5±1,8	47,2	0,71

Плодючість при підживленні 20% медовим розчином у *T. pintoi* становила в середньому 30,2 яєць на імаго, що значно більше ніж у *T. evanescens* на 3,7 яєць. Додаткове вуглеводневе харчування значно покращувало плодючість у *T. embryophagum*, яка становила 32,3 яєць на самку. [28] Найгірші показники спостерігалися у популяціях, які споживали дієту і взагалі без живлення. Така лабораторна культура відрізнялася низькою руховою активністю та коротким терміном життя (табл.3.2.1). Отримані результати найкращих концентрацій медового розчину визначали екстремумом (рис. 3.2.1).

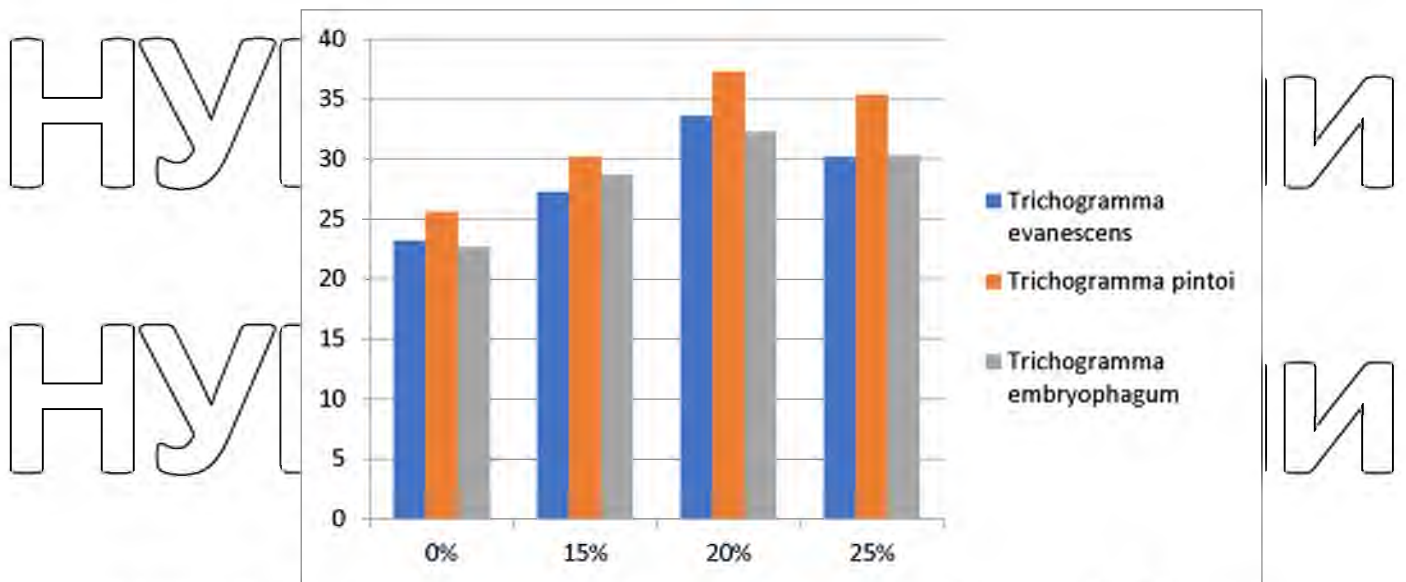


Рис. 3.2.1 Залежність плодючості самок лабораторних культур трихограми від додаткового живлення

Трихограма, яка споживала воду, вирізнялася низькою плодючістю, ніж у досліді. Відтак у *T. embryophagum* спостерігали найменшу плодючість і вона становила в середньому 22,7 яєць, порівняно з високоплідною *T. pintoi*, яка була до 25,6. У виду *T. evanescens* фактична плодючість імаго в контролі була майже аналогічною і становила 23,2 яєць в самку. [5, 21]

Найкраща концентрація медового розчину для видів трихограм коливалася в проміжку від 19,1 до 23,2% (рис.3.2.2). Так, для трихограми виду *T. pintoi* коефіцієнт детермінації становив 0,91, тому найефективніша концентрація медового розчину – 20,3%, коефіцієнт детермінації *T. evanescens* становить 0,87, а найбільш ефективною для підживлення і стала концентрація медового розчину 19,8% – найменше експериментальних видів.

Коефіцієнт детермінації *T. embryophagum* становив 0,81% при найефективнішій концентрації медового розчину – 19,1%.

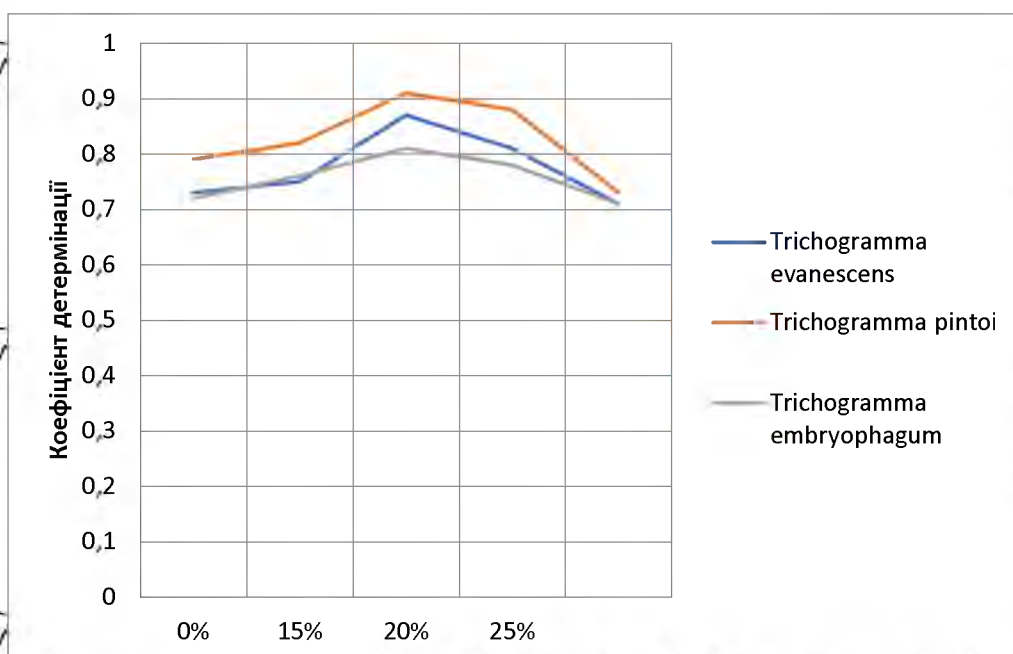


Рис. 3.2 2 Вплив концентрації харчового раціону на коефіцієнт детермінації лабораторних культур видів *Trichogramma spp.*

Отже, досліджено значну різницю за значеннями фактичної плодючості імаго трихограми, що свідчить про необхідність додаткового живлення трихограми. Для подальшого розмноження високожиттєздатної магочної або товарної культури трихограми бажано згодовувати їм вулицеводневу дієту у спеціальних для кожного виду концентраціях. Пропонується проводити оптимізацію харчового субстрату для збільшення плодючості самок у дослідних умовах з використанням медового розчину, характерного для області випуску трихограм з метою збільшення зараження та життєдіяльності імаго [28].

3.3 Режим діапазування

Діапауза – це період спокою, сплячки, завдяки якому комахи переживають несприятливі погодні умови.

Трихограму вводять у діапаузу шляхом скорочення світлового дня при її розведенні та підтримці відповідної температури та вологості протягом певного періоду. Вихід трихограми зі стану спокою відбувається поступово.

шляхом підвищення температури середовища, у якому утримується культура [6, 8].

Процес введення в діапаузу та виведення з діапаузи лабораторної культури трихограми передбачає дотримання певних параметрів температури та вологості, максимально наближених до природних.

Діапазуючу трихограму можна отримати як у природних умовах, так і в умовах лабораторії. Отримання діапазуючої трихограми в природних умовах полягає в тому, що зараження яєць ситотроги проводять в інсектарях або під

навісом у вересні – листопаді, коли температура повітря вночі знижується

нижче 10°C , а вдень ще досить висока - $18 \dots 20^{\circ}\text{C}$. Особливу увагу слід

звернути на такі особливості. Діапауза комах, зокрема трихограми, залежить від температурних умов у початкових фазах розвитку, тому підготовку

трихограми до діапаузи слід розпочинати ще в період ембріонального

розвитку, який триває за температури $22\dots 24^{\circ}\text{C}$ 30 годин, а за температури 16

$^{\circ}\text{C}$ – 90 годин. Отже, у першу добу заражені яйця ситотроги повинні бути

при високих ($22 - 25^{\circ}\text{C}$), і за низьких ($6 - 8^{\circ}\text{C}$) температурах. А після

дводенного зараження – в умовах низьких температур, а саме за

середньодобової температури $10 - 15^{\circ}\text{C}$.

Дуже уважно слід контролювати температуру повітря. Трихограма, що

розвивалася за середньодобової температури $10\dots 12^{\circ}\text{C}$, дає 95 – 97%

діапазуючих особин незалежно від довжини світлового дня. Якщо розвиток

трихограми відбувається при середньодобовій температурі 15°C , то також

грає роль довжина фотоперіоду. При цілодобовому освітленні діапазують

лише 16% особин, при короткому дні ($6 - 8$ год) – 60%, а у повній темряві

кількість діапазуючих особин зростає до 75%. При температурі 20°C

отримують 3 – 6% діапазуючих особин трихограми. Довжина світлового дня

у цьому випадку не відіграє жодної ролі. Різке зниження температур до 0°C

під час введення трихограми в діапаузу викликає її ослаблення. Взимку такі

ослаблені особини гинуть. Таким чином, для отримання діапазуючої

трихограми найсприятливішими умовами є середньодобові температури 10 – 12 °С. Якщо температура піднімається вище 15 °С, не знижує кількість діапазуючих особин [7, 11, 17, 27].

При отриманні діапазуючої трихограми в діапазоні зазначених вище температур почорніння яєць настає через три – чотири тижні з початку зараження (залежно від температури), після чого слід помістити на зберігання.

Якщо метеорологічні умови (дощ, низькі температури тощо) не дозволяють отримувати трихограму діапазуючу в природних умовах, можна проводити цю роботу в умовах лабораторії, створивши відповідний температурний режим.

Отже, необхідна умова для одержання діапазуючої трихограми – це знаходження заражених трихограмою яєць зернової молі вже в першу добу в умовах високих (для зараження) та низьких (для підготовки до стану діапаузи) температур.

Як відомо, у природних умовах трихограма зимує в яйцях комах під снігом.

Численними дослідженнями встановлено, що при зберіганні під снігом життєздатність діапазуючої трихограми найбільша. Для цього ще з осені викопують невелике заглиблення в ґрунті розміром 50x50x40 см, в яке ставлять емальовану посудину, що зверху закривається кришкою, але так, щоб у посудину проходило повітря, але не потрапляла вода. У цю посудину складають пакети з діапазуючою трихограмою. Поглиблення зверху прикривають дошками та присипають тонким шаром землі. Взимку вона засипається снігом. Таке зберігання діапазуючої трихограми дозволяє після закінчення діапаузи (через два місяці) і навіть через шість – сім місяців отримати 60 – 70% виходу імаго паразита. Вимірювання температури у місці зберігання трихограми виробляють за допомогою кагатного термометра, який закладають туди ще з осені.

Зберігати діапазуючу трихограму можна і в термостатах – холодильниках при температурі 3 °С або 8 °С. Якщо після тривалого (щонайменше 4 міс.) зберігання за нормальної температури 8 °С трихограму перенести на 7 – 10 діб за нижчій температурі (1...3 °С), то відсоток відродження різко зростає. Наприклад, якщо через п'ять місяців зберігання відродилося 71,3% імаго паразиту, а після шести місяців – 58,1%, то після перебування в умовах зниженої температури відповідно 84,4 та 78,8%.

Перевірку біологічного стану трихограми проводять кожний місяць, починаючи через місяць після чорніння яєць ситотроги [13, 18].

При активації (виведенні зі стану діапаузи) діапазуючої трихограми слід мати на увазі, що після місячного зберігання відсоток відродження яйцедів значно нижче, ніж після 3 – 4 місяців перебування при низьких температурах. Це пояснюється тим, що в деяких особин наявні певні фізіологічні процеси (незавершеної діапаузи), що протікають в організмі. Після 3 – 4 місяців зберігання, зазвичай, вся діапазуюча трихограма реагує на підвищення температури і відроджується. Реактивація триває 2 – 3 тижні, залежно від конкретних умов.

РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ТРИХОГРАМИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Для визначення якості трихограми розроблено методику оцінки активності паразитування трихограмою яєць живителя, а також узагальнений критерій якості паразита, що поєднує чотири основні показники: відродження, статевий індекс, плодючість, активність, пошукову здатність яєць живителя.

На основі цього розроблений еталон на трихограму з розподілом його на класи якості, що корелює з біологічною ефективністю ентомофага. Для визначення якості трихограми використовують пристрій ЯТ-1, до складу якого входять три камери зі світильниками, блок живлення та термостат. Пристрій призначений для оцінки якості трихограми за кількістю паразитованих яєць природного живителя при заданому гідротермічному режимі

Цей узагальнений показник якості залежить від ступеня зараження, відсотка відродження, статевого індексу, кількості деформованих особин, міграційної та пошукової здібностей, плодючості трихограми, аналізованої партії [9].

Кожна камера приладу має два відсіки: один для запуску трихограми, другий для розташування яєць живителя. Відсіки з'єднуються звивистим каналом загальною довжиною 3 м, що відповідає радіусу ефективної дії ентомофага в полі.

Для визначення якості трихограми у відсік запуску вводять 0,5 г трихограми партії, яка оцінюється, а у другий відсік на картках розташовують 500 яєць живителя (капустяної, бавовняної совки або інших шкідників). Камери тримають у термостаті протягом восьми годин при оптимальних значеннях температури, вологості та освітленні. За 10 днів до випуску трихограми у полі проводять відбір проби паразитованих трихограмою яєць (3 – 5 г) із партії терміну зараження. З відібраної проби

виробляють три наважки біоматеріалу по 0,5 г, розташовують його в пробірки довжиною 5 – 10 см і діаметром не менше 8 – 10 мм. Пробірки щільно закривають тканиною та тримають до початку літа трихограми при температурі 25 °С.

У перший день льоту трихограми в термостаті підтримують постійну температуру 25 °С, світильники відмикають. На другий день масового льоту включають світильники, картки з яйцями живителя закріплюють у приймальному відсіку, відкривають пробірку з наважкою трихограми. Через 8 годин після початку операції з визначення якості трихограми (16 – 18 годин) відкривають термостат, витягують картки з яйцями і розташовують в окремі чашки Петрі. Через 5 – 6 днів визначають кількість почорнілих яєць (заражених). З кожної камери середнє із трьох чисел можна сприйняти як інтегральний показник якості партії трихограми (ІП).

За ІП до 30% цю партію трихограми оцінюють як біоматеріал низької якості, за 30 – 50% – середньої якості, за ІП 50% – найвищої якості. При попередній оцінці норму випуску трихограми низької якості слід збільшити у 2 – 2,5 рази, середній – у 1,5 рази порівняно з нормою [9, 25, 29].

Визначення якості напрацьованих партій яйцепаразиту, особливо їх пошукової можливості, мають попередній характер. Трихограма за умов поля поводиться по-іншому. Тут пошук залежить від напрямку та сили вітру та інших умов. Перевірка якості трихограм визначається через 72 години за кількістю заселених яєць.

Залежно від узагальненого критерію якості трихограми випускають три класи відповідно до табл. 4.1

Таблиця 4.1

Характеристика класів якості трихограми

Клас якості	Узагальнений критерій якості трихограми
1	0,71 – 1,0

2	0,51 – 0,70
3	0,31 – 0,50

Ентомологічні препарати трихограми призначені:

- 1 – 2 класи – для застосування в будь-яких агроценозах відкритого та закритого ґрунту та у повторних циклах напрацювання препарату;
- 3 класи – для застосування у будь-яких агроценозах з коригуванням норм розселення.

Ентомологічні препарати трихограми виробляють відповідно до вимог цього стандарту за технологічними регламентами, інструкціями, затвердженими в установленому порядку, з дотриманням санітарних норм та правил, передбачених для біофабрик [5, 9, 25].

За органолептичними та біологічними показниками ентомологічні препарати трихограми повинні відповідати вимогам, наведеним у табл. 4.2

Таблиця 4.2
Органолептичні та біологічні показники ентомологічного препарату «Трихограма»

Назва показника	Норма
Зовнішній колір і вигляд	Однорідна сипуча маса яєць чорного кольору, часто з сиповатим відтінком
Ступінь зараження живителя, %, не менше	80
Відродження імаго трихограми, %, не менше	85
Статевий індекс імаго, не більше	0,3
Кількість деформованих особин, %, не більше	5
Плодючість, яєць на самицю, не менше	20
Міграційно-пошукова здатність, %, не менше	40

На основі зіставлення між розрахунковим та реальним коефіцієнтами визначено клас партії трихограми та очікувану ефективність, встановлені критерії оцінки якості окремих партій трихограми. (табл. 4.3)

Таблиця 4.3

Критерії оцінки якості окремих партій ентомологічного препарату «Трихограма»

Інтервал значень			Клас	Очікувана ефективність, %	
Узагальнений критерій якості, у	ІІ (1983 р.)	Авторська		Узагальнений критерій якості	Ефективність
0,71 – 1,0	>50	>50	1	0,71 – 1,0	>80
0,51 – 0,7	<30 і >50	41 – 50	2	0,51 – 0,7	60 – 80
0,31 – 0,5	<30	30 – 40	3	0,30 – 0,50	<40 – 60
0,0 – 0,3	-	<30	Нестандарт	0,0 – 0,35	<35

Щоб виготовити якісні препарати трихограми, використовують таку сировину:

- маточну культуру трихограми – згідно з чинним нормативним документом;
- яйця зернової молі – згідно з чинним нормативним документом;
- цукор – пісок – згідно з ДСТУ 2316.

Для контролю якості трихограми необхідно відібрані проби об'єднати та виділити з них середню пробу, маса якої має становити: за маси партії від 30 г до 300 г – не менше 10 % від маси партії, за маси партії понад 300 г – не менше 5 %. З середньої проби шляхом кватрирування відібрати лабораторну

пробу масою 3 г. Лабораторну пробу розділити на дві рівні частини і помістити в два паперові пакети. Проби опечатати, наклеїти наклейку.

Одну із проб направити на випробування, а іншу зберігати за температури +3 °С на випадок повторного аналізу. Пробу, яку направили на випробування, слід зберігати при температурі від +18 до +30 °С протягом доби [93].

Для визначення зовнішнього вигляду та кольору лабораторну пробу потрібно розсипати на білому папері. Визначити візуальне почорніння яєць живителя після завершення трихограмою стадії передлялечки. Оцінити відповідність лабораторної проби органолептичним показникам.

А для визначення ступеня зараженості живителя необхідно підрахувати в лабораторній пробі паразитованих та незаражених яєць лабораторного живителя.

В лабораторних умовах ми проаналізували зразки товарних партій трихограми із Вінницької, Київської та Черкаської областей. За результатами комплексного аналізу з оцінки якості лабораторних культур ентомофагів встановлено, що дослідні зразки трихограми (табл. 4.4) за основними критеріями відповідають першому класу.

Таблиця 4.4

Оцінка якості товарних партій видів роду *Трихограма (Trichogramma sp.)* з Вінницької обл. (лабораторний дослід, УЛЯБП АІК, 2022 рр.)

Найменування показників, одиниці вимірювань	Результати випробувань	Норми за НД ⁽¹⁾
Зовнішній вигляд і колір	однорідна маса яєць чорного кольору з синім відтінком	однорідна сипуча маса яєць чорного кольору, часто з синюватим відтінком
Ступінь зараження живителя, %	89,2	не менше 80
⁽²⁾ Відродження імаго трихограми, %	90,3	не менше 85
Статевий індекс імаго	0,4	не більше 0,5

Продовження таблиці 4.4

Кількість zdeформованих особин, %	2,2	не більше 5
(2) Плодючість, яєць на самку, шт	35,5	не менше 20
(2) Міграційно-пошукова здатність трихограми, %	65,6	не менше 40
(3) Узагальнюючий критерій якості (Д)	0,79	не нормується
(3) Клас якості трихограми	I	не нормується

¹ ДСТУ 5016:2008 Ентомологічні препарати трихограми. Загальні технічні умови.

² Показники, що використовуються для розрахунку класу якості трихограми.

Клас якості трихограми визначається за узагальнюючим критерієм якості (Д): I клас якості трихограми відповідає діапазону 0,71-1,0 за узагальнюючим критерієм якості (Д)

Таблиця 4.5

Оцінка якості товарних партій видів роду *Трихограма (Trichogramma sp.)* з Київської обл. (лабораторний дослід. УЛЯБІ АПК, 2022 рр.)

Найменування показників, одиниці вимірювань	Результати випробувань	Норми за НД ⁽¹⁾
Зовнішній вигляд і колір	однорідна маса яєць чорного кольору з синім відтінком	однорідна сипуча маса яєць чорного кольору, часто з синюватим відтінком
Ступінь зараження живителя, %	84,7	не менше 80
(2) Відродження імаго трихограми, %	87,3	не менше 85
Статевий індекс імаго	0,5	не більше 0,5
Кількість zdeформованих особин, %	3,4	не більше 5
(2) Плодючість, яєць на самку, шт	34,7	не менше 20
(2) Міграційно-пошукова здатність трихограми, %	63,0	не менше 40

(3) Узагальнюючий критерій якості (Д)	0,77	не нормується
(3) Клас якості трихограми	I	не нормується

¹ ДСТУ 5016:2008 Ентомологічні препарати трихограми. Загальні технічні умови.

² Показники, що використовуються для розрахунку класу якості трихограми.

³ Клас якості трихограми визначається за узагальнюючим критерієм якості (Д): I клас якості трихограми відповідає діапазону 0,71-1,0 за узагальнюючим критерієм якості (Д)

Таблиця 4.6

Оцінка якості товарних партій видів роду *Трихограма* (*Trichogramma* sp.) з Черкаської обл. (лабораторний дослід, УЛЯБП АПК, 2022 рр.)

Найменування показників, одиниці вимірювань	Результати випробувань	Норми за НД ⁽¹⁾
Зовнішній вигляд і колір	однорідна маса яєць чорного кольору з синім відтінком	однорідна сипуча маса яєць чорного кольору, часто з синюватим відтінком
Ступінь зараження живителя, %	81,3	не менше 80
(2) Відродження імаго трихограми, %	85,0	не менше 85
Статевий індекс імаго	0,4	не більше 0,5
Кількість zdeформованих особин, %	1,6	не більше 5
(2) Плодючість, яєць на самку, шт	27,1	не менше 20
(2) Міграційно-пошукова здатність трихограми, %	70,8	не менше 40
(3) Узагальнюючий критерій якості (Д)	0,76	не нормується
(3) Клас якості трихограми	I	не нормується

¹ ДСТУ 5016:2008 Ентомологічні препарати трихограми. Загальні технічні умови.

² Показники, що використовуються для розрахунку класу якості трихограми.

2 Клас якості трихограми визначається за узагальнюючим критерієм якості (Д): 1 клас якості трихограми відповідає діапазону 0,71–1,0 за узагальнюючим критерієм якості (Д)

Проте, аналізуючи зразки, вони дещо відрізняються один від одного.

Так, найвищими показниками відзначалися партії з Вінницької біолабораторії. Зокрема, відродженість ентомофага становила 90,3%, в інших біолабораторіях вона становила 87,3 та 85%. Показник плодючості становив 35,5 яєць/самку, Київська та Черкаська трихограма – 34,7 та 27,1 яєць/самку.

Отже, процедура оцінки якості ендопаразиту трихограми на основному живителі в порівнянні з природними популяціями дозволяє охарактеризувати потенціал фізіологічних параметрів культури, враховуючи особливості вирощування, регіональні та кліматичні умови. На основі порівняльного аналізу промислових культур трихограми стало можливим визначити основні критерії якості, що дозволяють оцінювати фізіологічні параметри ендопаразиту та розраховувати його потенційну ефективність у виробничих умовах [25].

РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЛАБОРАТОРНОГО РОЗВЕДЕННЯ ТРИХОГРАМИ (TRICHOGRAMMATIDAE) І ПРИДАТНІСТЬ ЇЇ ДО ВИПУСКІВ У АГРОЦЕНОЗИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЧИСЕЛЬНОСТІ ФІТОФАГІВ

Нині у регулюванні чисельності шкідливих комах-фітофагів хімічний метод займає провідну роль. Водночас прогрес хімічного захисту породив ряд проблем, пов'язаних з використанням пестицидів, а саме залишки метаболізму шкідливих речовин, що є надто небезпечним в ланцюзі рослина – тварина – людина.

Успішне вирішення цих питань можливе при застосуванні біологічного методу (використання мікробіологічних препаратів, лабораторне розведення і випуск ентомофагів, збереження та активізація природних ворогів комах та патогенів). Переваги спеціалізованих ентомофагів добре відомі – цілеспрямованість на окремі шкідливі організми, нешкідливість для людини, тварин та корисної ентомофауни і, крім того, не змінюється фізіологія рослин. При системному застосуванні біологічних засобів в агроценозах стабілізується співвідношення фітофагів і ентомофагів.

Завданням науковців і фахівців з біологічного захисту рослин є постійне проведення моніторингу ентомофагів з метою виявлення нових перспективних видів корисних комах [5].

Наша увага була зосереджена на дослідженні біоecологічних особливостей ентомофага *Trichogramma sp.* роду *Трихограма* та ефективності його на яйцях різних фітофагів, шкідників сільськогосподарських культур .

Трихограма є олігофагом і крім яєць горохового зерноїда, паразитує на яйцях бобового, викового, конюшинового, еспарцетового та інших видів зерноїдів. За рік розвивається до чотирьох поколінь, кожне з них триває 14 – 16 діб [6].

Нами встановлено, що до переселення ентомофага на посів гороху він зосереджується в суцвіттях фацелії, еспарцету та інших нектароносних рослинах.

Якщо виліт імаго трихограми збігається з фазою цвітіння та утворення бобів гороху, то зараженість яєць у кінці червня – на початку липня може досягти 65–85% [2].

Проаналізувавши вітчизняні та зарубіжні літературні джерела, нами відмічено ряд переваг трихограми серед інших ентомофагів горохового зерноїда, а саме:

- зараження фітофага (шкідника) на нешкідливій стадії – яйця;
- висока біологічна ефективність, що досягає 85%;
- можливість лабораторного розведення на яйцях господаря зернової молі (*Sitotroga cezealella* Oliv).

Для виявлення й обліків трихограми користувалися методикою М.П. Дядечка, 1971 [2]. Оскільки косіння ентомологічним сачком малоефективне, то ми застосовували гідрофотоеклектор: одне або два суцвіття поміщали в біазевий мішок, акуратно обв'язували його навколо стакана, в який клали змочену вагу. Коли проба (суцвіття) підсихала, комахи переміщались у стакан.

У лабораторних умовах дослідження проводилися на базі кафедри екобіотехнології та біорізноманіття НУБіП України, а також біологічній лабораторії трихогами кафедри ентомології ім. професора М.П. Дядечка НУБіП України.

При вивченні якісних показників паразита визначали термін його розвитку (з моменту зараження до вильоту імаго), фактичну і потенційну плодючість самок, термін життя імаго, співвідношення статей тощо.

Біологічну активність трихограми визначали при польових випусках на ділянках 10x15 м за співвідношень паразит:хазяїн (П:Х) 1:5 і 1:10. Біологічну

ефективність ентомологічного препарату “Трихограма” визначали за паразитованими яйцями брухуса та пошкодженням зернин гороху.

Випуски проводили під час масового відродження трихограми (в садок з паразитом клали стрічки гофрованого фільтрувального паперу (7x10 см) для розміщення на них комах, потім обережно виймали пінцетом стрічки і закладали між основним і бічним стеблом у середньому ярусі рослин гороху.

Під час досліджень було відмічено, що заселення посівів гороху трихограмою пов'язано з появою перших яєць зерноїда горохового на бобах (1 – 2 декади червня). Ми спостерігали цікаву закономірність природної

популяції ентомофага – в фазу утворення бобів, коли кількість яєць горохового зерноїда на бобах незначна, зараженість яєць паразитом була мінімальною, а при збільшенні кількості яєць зерноїда (фаза росту стручок бобів), зростає і кількість паразитованих яєць. Максимальну кількість заражених яєць (39,5 – 44,8 %) відмічено у фазу повної стиглості бобів. Що стосується заражених горошин, то їх чисельність становила 15,7±2,3 %.

Біологічна ефективність трихограми була найвищою (до 45 %) на останніх фазах розвитку гороху. Це не вплинуло на зниження зараження зерна гороховим зерноїдом, оскільки пізно відкладені яйця самками зерноїда не мають практичного значення, тому що личинки, які відродилися не встигають проникнути в достигаючий біб і зерно гороху. Тим більше, що зерно гороху може бути заселене зерноїдом на ранніх фазах [1].

Тому, значення природної популяції трихограми суттєве лише на ранніх фазах формування плодів і майже не впливає на пошкодженість зерна при зараженні яєць у фазі воскової та повної стиглості. Ця природна закономірність між фітофагом і ентомофагом допомогла нам зосередити увагу на можливості лабораторного розведення ентомофага трихограму (ентомологічний препарат “Трихограма” з подальшим застосуванням його в виробничих посівах гороху, особливо на ранніх фазах формування плодів гороху, коли природна популяція трихограми малочисельна.

У лабораторних умовах встановлювали вплив чисельності наявних хазяїв на співвідношення статей в дочірньому поколінні паразита. Відмічено, що при збільшенні співвідношення П:Х частка самок збільшується у 2 рази з 1:1,1 (П:Х 1:5) до 1:0,6 (при П:Х 1:45) (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Вплив співвідношення П:Х на біоекологічні показники трихограми

№ з/п	Співвідношення П:Х	Потенційна плодючість яєць/самку	Реальна плодючість яєць/самку	Реалізація потенційної плодючості, %	Ефективність використання хазяїна, %	Співвідношення статей, самців/1 самку
1.	1:5	14,4±0,6	4,3±0,1	32,1±1,7	93,4±2,1	1,1±0,05
2.	1:15	18,6±0,2	12,5±0,3	70,4±0,3	88,6±1,9	0,8±0,05
3.	1:30	30,8±0,5	21,7±1,0	71,2±1,9	74,6±3,1	0,7±0,14
4.	1:45	32,0±0,6	26,4±0,1	82,4±1,6	60,3±0,2	0,6±0,02
	НІР ₀₅	0,74	1,0	3,9	4,0	0,12

Аналіз даних табл. 5.1 дає підстави стверджувати про те, що при збільшенні співвідношення П:Х з 1:5 до 1:45 чітко спостерігається зростання потенційної плодючості трихограми з 14,4 до 32,0 яєць на одну самку.

Досліджені особливості дають можливість у лабораторних умовах заражати хазяїна, враховуючи потреби виробництва. Для одержання маточної культури мають значення великі співвідношення П:Х, а при отриманні паразита для випуску в поле раціонально проводити при співвідношенні П:Х, що не перевищує 1:15. Нами встановлено, що маса 1000 свіжих яєць горохового зерноїда становить 20 – 21,0 мг, а паразитованих трихограмою (7–9 доба розвитку) – 14,9 мг.

Енергетичні затрати паразита еквівалентні 6,1 мг корму. При розвитку паразита на альтернативному хазяїні ці затрати підвищуються майже вдвічі і досягають 11,5 мг (маса 1000 яєць молі зернової 28,3 і 16,4, відповідно).

Отже, біохімічний склад яєць альтернативного хазяїна не в повній мірі відповідає фізіологічним потребам паразита. До того ж тривалий розвиток в умовах лабораторії призводить до зниження деяких біологічних показників паразита.

У порівнянні із природною популяцією грихограми особини паразита лабораторної популяції (ентомологічний препарат "Трихограма") проявляють себе пасивніше, як у плані рухливої активності, так і в реалізації яйцепродукції. Пасаж через яйця основного хазяїна – горохового зерноїда (*Bruchus pisorum* L.) відчутно підвищує продуктивність трихограми та її рухливість (табл. 5.2)

Під час досліджень на дослідній ділянці проводили польові спостереження за фенологією гороху, заселенням масиву гороховим зерноїдом та діяльністю трихограми природної і лабораторної популяцій.

Результати спостережень були використані при визначенні строків застосування ентомологічного препарату "Трихограма" в полі та його біологічну ефективність. Оптимальним строком застосування ентомологічного препарату є шостий-сьомий день від початку масового цвітіння гороху. При співвідношенні П:Х 1:5 результати випуску вищі, ніж

при співвідношенні П:Х 1:10 як за зараженими яйцями, так і за зменшенням пошкодження зернин гороху (табл.3). Так, біологічна ефективність ентомологічного препарату $42,4 \pm 8,9$ % при випуску 1:10 обумовила зменшення заражених горошин з $13,8 \pm 2,4$ % у контролі до $6,7 \pm 1,0$ %, при

збільшенні норми застосування ентомологічного препарату вдвічі ефективність досягла 57,2 % паразитованих яєць, а кількість заражених насінин зменшилася до $3,1 \pm 0,7$ %

Таблиця 5.2

Біологічні показники трихограми різних ліній

Лінія паразита	Використано особин, екз.	Плодючість яєць/самку	Активність руху (переміщення) см/хв
Природна	170	28,2 ± 0,1	9,5 ± 1,1
Лабораторна (4-те покоління)	170	21,2 ± 0,9	8,2 ± 1,7
1-ше покоління після пасажу НІР ₀₅	170	31,0 ± 0,5	12,8 ± 0,7
		2,2	0,14

Таблиця 5.3

Біологічна ефективність застосування ентомологічного препарату

"Трихограма" проти *Bruchus pisorum* L. при різних співвідношеннях

П:Х.

Номер повторення	Варіант	Паразитовано яєць <i>B. pisorum</i> , (%)	Пошкоджено зерна гороху, (%)
1	1:5	30,2 ± 1,4	8,2 ± 2,1
	1:10	21,2 ± 1,3	9,3 ± 1,4
	Контроль	7,3 ± 1,0	14,2 ± 2,1
2	1:5	31,9 ± 2,1	5,2 ± 1,3
	1:10	14,7 ± 1,2	10 ± 0,3
	Контроль	9,6 ± 0,4	15,1 ± 1,7
3	1:5	57,2 ± 1,9	3,1 ± 0,7
	1:10	42,4 ± 8,9	6,7 ± 1,0
	Контроль	7,0 ± 1,3	13,8 ± 2,4
НІР ₀₅		13,91	5,2

НУБІП України

Висновки до розділу:

1. Значення природної популяції трихограми суттєве лише на ранніх фазах формування плодів гороху і майже не впливає на пошкодженість зерна гороху при зараженні яєць у фази воскової та повної стиглості.

2. При масовому розведенні паразита раціональне співвідношення П:Х 1:15, а для одержання маточної культури більш високі співвідношення П:Х (1:30 і 1:45).

3. Пасаж через яйця основного хазяїна (*Bruchus pisorum* L.) підвищує продуктивність лабораторної популяції трихограми та її рухливість (ентомологічний препарат "Трихограма").

4. Біологічна ефективність ентомологічного препарату "Трихограма" в польових умовах при однократному застосуванні і сприятливих метеоумовах досягає 57,2 % паразитованих яєць фітофага – це підрунтя для подальшої розробки нових методів розведення трихограми в лабораторних умовах і вивчення норм і строків випуску яйцепаразита в поле.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1. Технологічний процес виробництва ентомологічного препарату “Трихограма” є одним з найбільш складних виробництв біотехнології і промислової ентомології. Для виробництва

препарату “Трихограма” використовується її господар при розведенні – зернова міль (*Sitotroga cerealella* Oliv.) і для пасажування зерноїд гороховий (*Bruchus pisorum* L.). На території України відомо 10 видів трихограми. У ентомологічних лабораторіях НУБіП України наявні 5 видів трихограми: пінтої (*T. pintoi*), еванесценс (*T. evanescens*), семблідіс (*T. semblidis*), кашеція (*T. cacoeciae*) – жовта трихограма, дендролімі (*T. dendrolimi*).

2. Визначено ефективність застосування вуглеводного підживлення розчином меду в різних концентраціях трихограми п'яти видів роду *Trichogramma* Westw., за максимального наближення цього процесу до природних екосистем, а також визначено вплив запропонованої технології на життєздатність та продуктивність самок трихограми в лабораторних умовах.

3. Для ефективного підвищення життєздатності імаго трихограми, з ціллю користання для наступного створення маточної чи товарної культури трихограми, бажано підкормлювати їх медовим розчином в спеціальних для кожного виду концентраціях.

4. Для підживлення трихограми в природних умовах рекомендується висівати вздовж лісосмуги нектароноси – кріп, кмийн, фацелію або сіяти їх у невеликій кількості по краях полів (приблизно на 1/300 площі посівів).

5. Значення природної популяції трихограми суттєве лише на ранніх фазах формування плодів гороху і майже не впливає на пошкодженість зерна гороху при зараженні яєць у фазі воскової та повної стиглості.

6. При масовому розведенні паразита раціональне співвідношення П:Х 1:15, а для одержання маточної культури більш високі співвідношення П:Х (1:30 і 1:45).

7. Пасаж через яйця основного хазяїна (*Bruchus pisorum* L.) підвищує продуктивність лабораторної популяції трихограми та її рухливість (ентомологічний препарат "Трихограма")

8. Біологічна ефективність ентомологічного препарату "Трихограма" в польових умовах при однократному застосуванні і сприятливих метеоумовах досягає 57,2 % паразитованих яєць фітофага. Це підґрунтя для подальшої розробки нових методів розведення трихограми в лабораторних умовах і вивчення норм і строків випуску яйцепаразита в поле.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Лісовий М.М. та ін. Технології біовиробництва: підручник / М.М. Лісовий, В.С. Таргоня, Ю.В. Коломієць, П.Ю. Дрозд – Київ, 2021. – 386

с.

2. Білоусов Ю.В. Проблеми масового розведення та використання живих членистоногих у сільському господарстві / Ю.В. Білоусов // Захист і карантин рослин. – № 54. – 2008. – С. 49-57.

3. Бондаренко Н.В. Биологическая защита растений (учебники и учебные пособия для высших учебных заведений) / Бондаренко Н.В. – М.: Агропромиздат, 1986. – 278 с. (Изд. 2-е, переработанное и дополненное).

4. Викторов Г.А. Экология паразитов-энтомофагов. – Изд. Наука. – 1976. – 152 с.

5. Г.А. Голуб, О.А. Марус, В.С. Таргоня Біотехнологічний процес виробництва ентомологічного препарату трихограми з використанням пневматичного калібратора яєць зернової молі: науково-методичні рекомендації. – К.: НУБіП України, 2015. – 10 с.

6. Гольшин Н.М., Гринберг Ш.М. Трихограмма в защите растений // Сб. научных трудов: Агропромиздат. – 1998. – 145 с.

7. Гринберг Ш.М., Боубэстрын И.Н., Пыльзарь Б.В., Воротынцева А.Ф. О результатах лабораторного разведения насекомых. – Кишинев: Тимпул. – 1984. – С. 60 – 64.

8. Гринберг Ш.М., Никонов П.В. Трихограмма: возможности, перспективы // Защита растений. – 1988. – №7. – С. 23 – 27.

9. Гринберг Ш.М., Подберезская Л.В. Верификация лабораторного показателя качества трихограммы с ее технической эффективностью // Массовое разведение насекомых. – Кишинев: Тимпул. – 1984. – С. 29 –

32.

10. Ермичева Ф.М., Верещагина А.Б., Агеева Л.И., Дорич Г.Ф., Язловский И.Г., В сб. «Трихограмма в защите растений». М.: Агропромиздат. – 1988. – С. 63–72.

11. Заславский В.А., Май Фу Кви. Экспериментальное исследование некоторых факторов, влияющих на плодовитость *Trichogramma evanescens* Westw. Hymenoptera, Trichogrammatidae // Энтомологическое обозрение. – 1982. – 61, вып. 4. – С. 724–737.

12. Захист полів Трихограмою. Веб-сайт. URL: <https://agroconsulter.com.ua/trichogram/> (дата звернення: 24.05.2022)

13. Зильберг Л.П. Пути повышения эффективности применения трихограммы // В книге «Биологическая защита растений». – Кишинев. Итиинца. – 1976. – С. 28–33.

14. Злотин А.З. Контроль качества культур насекомых / А.З. Злотин // 3-й съезд УЗО, сент., 1987 г. : тез докл. — К., 1987. – С.75

15. Злотин А.З. Техн. энтомология. Справочное пособие. К.: Наукова думка, 1989. 182 с.

16. Костадинов Д. Смена природного хозяина и формирование лабораторной популяции *Trichogramma embryophagum* (Htg.) / Д. Костадинов // Применение трихограммы в интегрированных системах защиты растений – София: Земиздат, 1980. – С. 12–27.

17. Лесовой Н. М. Возможности применения лабораторной популяции энтомофага *Uscana senex* (Trichogrammatidae) для защиты гороха против *Bruchus pisorum* / Н. М. Лесовой // Материали VI з'їзду УЕТ. – Біла Церква, 2003. – С. 60-61.

18. Лісовий М. М. Активність ентомофагів на горосі / М. М. Лісовий // Захист рослин. – 2001. – № 2. – С. 12.

19. Лісовий М. М. Застосування лабораторної популяції *Uscana senex* Grese (Trichogrammatidae) проти *Bruchus pisorum* L. (Bruchidae) при

вирощуванні гороху на корм / М. М. Лісовий // Корми і кормовиробництво. – Вінниця, 2004. – Вип. 53. – С. 49-55.

20. Лісовий М. М. Заходи підвищення ефективності ентомофагів основних шкідників гороху / М. М. Лісовий // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 3. – С. 81.

21. Лісовий М. М. Нектароноси для приваблювання та підживлення ентомофагів горохової попелиці (*Acyrtosiphon pisii* Hart.) / М. М. Лісовий, С. М. Давиденко // Захист і карантин рослин. – К.: Аграрна наука, 2001. – Вип. 47. – С. 181-189.

22. Лісовий М. М. Паразит горохового зерноїда / М. М. Лісовий // Захист рослин. – 2002. – №8. – С. 7-8.

23. Мейер Н.Ф. Трихограмма (Екологія і результати применення в боротьбе с вредными насекомыми) / Мейер Н.Ф. – М.: Государственное издательство колхозной и совхозной литературы, 1941. – 175 с.

24. Мельничук М.Д. Ефект медового підживлення імаго на життєздатність трихограми / М.Д. Мельничук, Н.П. Ясинська // Наукові доповіді НАУ. – 2007. – №7. – Режим доступу до журн.: <http://www.nd.nauu.kiev.ua>

25. Показники якості трихограми / Шелестова В.С., Мельничук С.Д., Гончаренко О.І., Дрозда В.Ф. – К.: НАУ, 2004. – 59 с.

26. Стефановська Г.Р., Кава Л.П., Підліснюк В.Б., Технологія вирощування і використання організмів у біологічному захисті рослин – Київ, «Агроосвіта» 2014.

27. Тронь Н. М. Пути повышения эффективности энтомофагов вредителей гороха в Лесостепи Украины / Н. М. Тронь, Н. М. Лесовой // Известия харьковского энтомологического общества. – Харьков, 2002. – Т. 8, вып. 2. – С. 138-140.

28. Ясинська Н.П. Дослідження впливу характеру живлення на продуктивність видів роду *Trichogramma* // Аграрна наука і освіта. – 2006. – № 3-4. – С. 66-69.

29. Lesovoy N. Biological Protection of *Aesculus hippocastanum* L. / N. Lesovoy, J. Lesovaya // 55 Deutsche Pflanzenschutztagung in Göttingen, 25-28 September 2006. – Berlin, 2006. – Heft 400. – P. 311-312.

30. Tron N. M. Integriertes Schutzsystem gegen Schädlinge bei Erbsen in der Ukraine / N. M. Tron, N. M. Lesovoy // 52 Deutsche Pflanzenschutztagung in Freising-Weihenstephan, 9-12 Oktober 2000. – Berlin, 2000. – Heft 376. – P. 349.

31. Tron N. M. The system of integrated protection of pea from pests in Ukraine / N. M. Tron, N. M. Lesovoy // 52nd International Symposium on Crop Protection: Tethis. – Gent, Belgium, 2000. – 33 p.

32. Дрозда В.Ф. Горохова зернівка / В.Ф. Дрозда, В.М. Чайка // Захист рослин. – 1997. №7. С.7–8.

33. Прокопець М., Лісовий М. Біотехнологічні аспекти створення ентомологічного препарату “Трихограма” та застосування його для біологічного захисту рослин. Мат. Міжн. наук.-практ. конф. “Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу”. секція 2: Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни (м. Київ, 25 трав. 2023 р.). Київ, 2023. С. 136 – 138.

34. Патент на корисну модель №147403, Україна, А01К 67/033. Спосіб розширення норми реакції видів роду *Trichogramma* (Hymenoptera, Chalcidoidea) в режимі тривалої доместикації/ В.Ф. Дрозда, М.М. Лісовий, Ю.В. Колемієць, М.В. Патица, В.О. Ушкалов. – Опубл. 05.05.2021, Бюл. №18